

KERANGKA KERJA *TPACK* (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

DISERTASI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh gelar
Doktor Ilmu Pendidikan
pada Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam**



**NIA NURDIANI
NIM: 1101261**

**PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2018**

Nia Nurdiani, 2018

**KERANGKA KERJA *TPACK* (*TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE*)
DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI
MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

KERANGKA KERJA *TPACK* (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Oleh

Nia Nurdiani

Sebuah Disertasi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Doktor Pendidikan Biologi (Dr.) pada Sekolah Pascasarjana
Universitas Pendidikan Indonesia

© Nia Nurdiani 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Desember 2018

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Disertasi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

Nia Nurdiani, 2018

**KERANGKA KERJA *TPACK* (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE)
DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI
MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Dan sungguh, Kami telah menciptakan manusia dari sulalah (saripati) yang berasal dari tanah. Kemudian Kami menjadikannya nutfah (air mani) (yang disimpan) dalam tempat yang kukuh (rahim). Kemudian nutfah itu Kami jadikan 'alaqah (sesuatu yang melekat), lalu 'alaqah itu Kami jadikan mudhghah (segumpal daging), dan mudhghah itu Kami jadikan 'idzaama (tulang belulang), lalu idzaama Kami bungkus dengan lahman (daging). Kemudian Kami menjadikannya makhluk yang (berbentuk) lain. Maha Suci Allaah, Pencipta yang paling baik. (Q.S. Al-Mu'minun: 12 – 14).

Persembahkan kecilku kepada orang-orang tersayang:
Ayahanda, Prof. H. Sudardja Adiwikarta, M.A., Ph.D.
Ibunda Almh. Rd. Nunung Ahadiyah Chaerudin
Ibunda Dr. Neni Kusumawardhani, M.Si.
Kakak-kakak, drg. Sudartini Sudardja dan Dra. Achdijany Sudardja,
kakak ipar, K.R.T. Adikoesoema Prasetyo,
adik-adik, dr. Herliani Sudardja, M.Kes., Ida Lusdiani Sudardja, S.E., M. E.,
Tita Puspitasari Sudardja, S.Kom.,
adik-adik ipar, dr. Marsudi, M.S., Sp.J. dan Sofyan Abudzar, S. E.,
keponakan-keponakan, Ganis Ariessa Putri, S.Psi., Danurwendo, S.E.,
Kinanti Adiawardhani, S.Str., Nauvan Maulana Kientang, S.E.,
Syifa El Syafira, Narendra Ahza Argani, dan Kianna Qaulan Layyina,
serta anakku semata wayang, Galih Priarti Sugita

Nia Nurdiani, 2018

**KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE)
DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI
MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Halaman Pengesahan

NIA NURDIANI

KERANGKA KERJA *TPACK* (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

disetujui dan disahkan oleh panitia disertasi:

Promotor

Prof. Dr. Hj. Nuryani Y. Rustaman, M.Pd.
NIP: 195012311979032029

Ko-Promotor

Prof. Dr. Wawan Setiawan, M.Kom.
NIP: 196601011991031005

Anggota

Dr. Didik Priyandoko, M.Si.
NIP: 196912012001121001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan IPA
Sekolah Pascasarjana UPI

Dr. H. Riandi, M.Si.
NIP: 196305011988031002

Nia Nurdiani, 2018

**KERANGKA KERJA *TPACK* (*TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE*)
DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI
MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul **Kerangka Kerja TPACK (Technological Pedagogical And Content Knowledge) dalam Meningkatkan Kemampuan Penalaran dan Penguasaan Konsep Embriologi Mahasiswa Calon Guru Biologi** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Desember 2018

Pembuat pernyataan

NIA NURDIANI

NIM: 1101261

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur senantiasa dipanjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan nikmat dan karuniaNya, ijin dan ridlaNya, serta petunjuk dan tuntunanNya, sehingga rangkaian proses penelitian dan penulisan disertasi dengan judul "Kerangka Kerja *TPACK (Technological Pedagogical And Content Knowledge)* dalam Meningkatkan Kemampuan Penalaran dan Penguasaan Konsep Embriologi Mahasiswa Calon Guru Biologi" ini dapat diselesaikan. Keberhasilan menuntaskan tugas akhir perkuliahan program doktor di Program Studi Pendidikan IPA, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia ini juga tidak terlepas dari peran serta, dukungan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, ucapan terimakasih dan penghargaan yang tinggi dipersembahkan kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Nuryani Y. Rustaman, M.Pd. selaku promotor yang telah mengarahkan dan membimbing tahap demi tahap rangkaian proses penelitian sejak perencanaan hingga pembahasan hasil. Perhatian, kesabaran, keterbukaan, serta dorongan morilnya senantiasa menumbuhkan semangat tatkala kelelahan dan kejenuhan melanda;
2. Prof. Dr. Wawan Setiawan, M.Kom. selaku kopromotor yang dengan kesabaran dan keramahannya telah memberikan arahan, bimbingan dan inspirasi penggunaan teknologi informatika dalam pembelajaran;
3. Dr. Didik Priyandoko, M.Si. selaku anggota tim pembimbing yang dengan keahliannya dalam bidang kajian Embriologi telah mengarahkan, membimbing dan mengoreksi konten materi subjek dalam penelitian;
4. Dr. H. Riandi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan IPA, Sekolah Pascasarjana, UPI, yang dengan kewibawaan dan kebijakannya telah memberi peluang dan dorongan untuk penyelesaian tugas akhir ini;
5. Seluruh jajaran staf dosen Sekolah Pascasarjana, UPI, yang telah membuka cakrawala wawasan pengetahuan dalam bidang kependidikan;
6. Pimpinan dan seluruh jajaran staf manajemen Sekolah Pascasarjana, UPI, yang telah memberikan layanan prima sehingga proses studi berlangsung dalam suasana akademik yang kondusif dan berkualitas;

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA *TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE)* DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

7. Dr. H. Dadang Mulyana, M.Si. selaku Dekan, beserta para Wakil Dekan dan seluruh jajaran staf Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pasundan, yang telah memberi ijin dan memfasilitasi pelaksanaan penelitian;
8. Pimpinan dan staf Satuan Pengelola Teknologi Informasi dan Komunikasi (SPTIK), Universitas Pasundan, khususnya saudara Ferry Mulyanto, S.T., M.Kom. yang telah memfasilitasi koneksitas jaringan internet dalam pelaksanaan implementasi pembelajaran dengan pendekatan *TPACK* pada perkuliahan Embriologi;
9. Saudara Fauzan Firdaus dan Yoga Nugraha dari PT Buana Eksper Solusindo yang dengan kesabaran ekstra telah membantu mewujudkan representasi bahan ajar Embriologi dalam bentuk multimedia interaktif yang diunggah ke dalam *Learning Manajemen System (LMS)* Moodle, serta turut mempersiapkan mahasiswa subjek penelitian menghadapi pembelajaran berbantuan teknologi informatika;
10. Saudara Saiman Rosamsi, S. Pd., Ari Permana, S. Pd., Guntur Janwidi Wibowo, S. Pd., Handi Suganda, S. Pd., Qonita Hanifa, S. Pd. dan Santi Nurfalah, S.Pd., yang telah sangat membantu dalam proses penelitian, terutama pada tahap pelaksanaan implementasi pembelajaran dengan pendekatan *TPACK* pada perkuliahan Embriologi;
11. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Unpas, angkatan 2012, 2013 dan 2014 yang telah berkontribusi sebagai mahasiswa subjek penelitian.

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang tulus secara khusus disampaikan kepada ayahanda, Prof. H. Sudardja Adiwikarta, M.A., Ph.D., dan ibunda, Dr. Hj. Neni Kusumawardhani, M.Si., yang dengan kesabaran tidak henti mendukung dengan do'a dan dorongan semangat. Ibunda kandung, Hj. Rd. Nunung Ahadiyah Chaerudin, semoga beliau mendapat tempat terbaik di sisi Allah, dan bangga menyaksikan anaknya berhasil mengarungi kehidupan dunia mengumpulkan butir demi butir amalan sebagai bekal menuju pertemuan di darruljannah.

Kepada kakak-kakak, drg. Sudartini Sudardja dan Dra. Achdijany Sudardja, serta kakak ipar, K.R.T. Adikoesoema Prasetyo; kepada adik-adik,

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA *TPACK* (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dr. Herliani Sudardja, M.Kes., Ida Lusdiani Sudardja, S.E., M. E., Tita Puspita-sari Sudardja, S.Kom., serta adik-adik ipar, dr. Marsudi, M.S., Sp.J. dan Sofyan Abudzar, S. E., serta kepada keponakan-keponakan tersayang, Ganis Ariessa Putri, S.Psi., Danurwendo, S.E., Kinanti Adiawardhani, S.Str., Nauvan Maulana Kientang, S.E., Syifa El Syafira, Narendra Ahza Argani, dan Kianna Qaulan Layyina yang senantiasa memberikan dukungan semangat dan kasih sayang, disampaikan ucapan terimakasih dan do'a semoga senantiasa dalam lindungan, berkah dan rahmah Allaah Subhanahu wa Ta'ala.

Kepada anakku semata wayang, Galih Priarti Sugita, selain ucapan terimakasih atas segala perhatian, pengorbanan dan do'anya, disampaikan juga permintaan maaf atas berkurangnya pemenuhan perhatian, kasih sayang dan kebersamaan selama ibu mencurahkan tenaga dan pikiran untuk melaksanakan salah satu tahap proses belajar sepanjang hayat ini. Semoga langkah ini menjadi inspirasi dan pendorong semangat ananda dalam meraih capaian demi capaian akan harapan dan cita-cita untuk kebahagiaan di dunia dan akhirat.

Ucapan terimakasih juga tidak lupa disampaikan kepada adik-adik ipar, Miranda Hendrawan, Prof. Julius Tirok, Ivonne Hendrawan, Subeni, Annastasia Hendrawan, Faisal, serta keponakan-keponakan, Jenifer, Paquita, Abbel, Aditya, dan Senandung, yang senantiasa memberi dukungan semangat.

Bagi sahabat-sahabat, khususnya rekan sejawat di FKIP dan fakultas/ lembaga/biro di lingkungan Universitas Pasundan, A'75 SMPN 12 Bandung, 3ipaB A'79 SMAN 2 Bandung, Gelatin Plus (A'15-16 FKH IPB), serta kerabat dan handai taulan yang karena mereka kehidupan menjadi lebih berwarna dan bermakna, disampaikan salam hangat dan ucapan terimakasih tak terhingga.

Dengan kesadaran akan kekurangan dan ketidaksempurnaan disertasi ini, harapan yang besar ditujukan bagi semua pihak pemerhati perkembangan pendidikan, khususnya pembaca yang budiman, untuk memberikan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga disertasi ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak, terutama bagi dunia pendidikan dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, Agustus 2018

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

penulis

Nia Nurdiani, 2018

**KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE)
DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI
MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ABSTRAK

KERANGKA KERJA *TPACK* (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Oleh

Nia Nurdiani
NIM: 1101261

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas program pembelajaran dengan kerangka kerja *TPACK* dalam meningkatkan kemampuan penalaran dan penguasaan konsep Embriologi bagi mahasiswa calon guru biologi. Embriologi merupakan salah satu bidang kajian dalam Biologi yang harus dikuasai mahasiswa calon guru Biologi, namun konsep-konsep di dalamnya memiliki sifat abstraksi tinggi sehingga tidak mudah untuk dijelaskan dan dipahami. Penelitian ini dilaksanakan dengan rancangan *Educational Research and Development (R&D)*. Program pembelajaran yang dikembangkan adalah konteks pembelajaran Embriologi dengan penerapan kerangka kerja *Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)* yang memadukan pengetahuan konten Embriologi dengan pengetahuan pedagogis berupa penerapan metode *blended learning*, dan penggunaan pengetahuan teknologi informatika dalam bentuk pengubahan representasi bahan ajar ke dalam multimedia interaktif yang diunggah ke dalam *learning manajemen system (LMS)* Moodle sebagai perangkat pengelolaan kelas dalam konteks daring. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa peserta perkuliahan Embriologi di Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Pasundan, Bandung, terdiri dari tiga kelas yang masing-masing mencakup 47, 49 dan 43 orang mahasiswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa melalui pembelajaran dengan kerangka kerja *TPACK*, penguasaan konsep-konsep Embriologi ditingkatkan secara signifikan. Secara umum, pembelajaran ini efektif membantu mahasiswa berkategori kurang (D) dan gagal (E) untuk meningkatkan kategori penguasaan konsepnya hingga mencapai kategori baik (B) dan baik sekali (A). Melalui pembelajaran ini terjadi pergeseran positif pola penalaran dari kongkrit menuju formal, dengan kepemilikan modus penalaran dari proporsional dan atau korelasional menjadi kepemilikan kombinasi dua atau tiga modus penalaran di antara proporsional, probabilitas, korelasional dan kombinatorial, serta membangun baik kecerdasan tilik ruang (*visuospasial*). Di samping itu, pembelajaran ini efektif membantu mahasiswa mengembangkan nilai-nilai karakter yang mendukung pencitraan guru abad 21, yaitu disiplin, mandiri, antusias, kolaboratif, dan komunikatif. Hasil positif penelitian ini berimplikasi kepada kebijakan penerapan kerangka kerja *TPACK* dalam pembelajaran matakuliah yang berkarakter sulit dibelajarkan secara tradisional di LPTK. Direkomendasikan untuk dilakukan penelitian-penelitian yang berorientasi pada pembangunan kemampuan *TPACKing* calon guru biologi melalui pengembangan model/metode pelatihan, serta penilaian dampaknya bagi peningkatan hasil belajar peserta didik.

Nia Nurdiani, 2018

**KERANGKA KERJA *TPACK* (*TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE*)
DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI
MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Kata Kunci: *Pembelajaran Embriologi, TPACK*

ABSTRACT

THE FRAMEWORK OF TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) IN IMPROVING REASONING SKILL AND EMBRYOLOGY CONCEPT MASTERY OF STUDENTS OF BIOLOGY PROSPECTIVE TEACHERS

By

Nia Nurdiani

Student ID: 1101261

The aim of this research is to analyze the effectiveness of a learning program using TPACK framework in helping students of Biology prospective teachers to improve their reasoning skill and Embryology concept mastery. Embryology is one of the areas of study in Biology which Biology prospective teachers must master. However, the concepts of Embryology have high abstraction so that they are not easy to explain and understand. The research was conducted using an Educational Research and Development (R&D) design. The learning program that was developed was the learning context of Embryology with the application of TPACK combining content knowledge of Embryology with pedagogic knowledge of the application of blended learning method, and the use of knowledge of information technology in the form of changing the representation of teaching materials into interactive multimedia uploaded into the learning management system (LMS) Moodle as the class-management tool in online context. The subjects of this research were students who were having a contract in the Embryology lecture in the Biology Education Study Program, at an educational institute of educational personnel in Bandung, consisting of three classes respectively covering 47, 49 and 43 students. The result of the research shows that the mastery of Embryology concepts is significantly improved through learning using the TPACK framework. In general, this learning is highly effective in helping students with poor category of concept mastery (D) and failed (E) to improve their concept mastery so that they can be categorized into good concept mastery (B) and excellent concept mastery (A). Through this learning there is a positive shift in reasoning patterns from concrete to formal, with the ownership of the reasoning mode from proportional and/or correlational to the ownership of a combination of two or three reasoning modes between proportional, probability, correlational, and combinatorial, and the improvement of visuospatial intelligence as well. In addition, this learning effectively helps students improve character values that support the image of 21st-century teachers, namely (being) disciplined, independent, enthusiastic, collaborative, and communicative. The positive results of this research have implications for the policy of applying the *TPACK* framework in learning subjects that are difficult to learn traditionally in the institute. It is recommended to conduct research that are oriented to the improvement of *TPACKing* capabilities of biology prospective teachers through the development of training models/methods, as well as the impact assessments for the improvement of students' learning outcomes.

Keywords: *Embryology learning, TPACK*

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halama Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan tentang Keaslian Disertasi dan Bebas Plagiarism	iii
Halaman Ucapan Terimakasih	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	8
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Manfaat Penelitian	10
1.5 Struktur Organisasi Penulisan	10

BAB II PROSPEK PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI DENGAN KERANGKA KERJA *TPACK*

2.1 Analisis Konten Materi Perkuliahan Embriologi	14
2.1.1 Sejarah Perkembangan Gagasan Embriologi	16
2.1.2 Sistem Reproduksi dan Gametogenesis	20
2.1.3 Fertilisasi	27
2.1.4 Pembelahan (<i>Cleavage</i>) dan Blastulasi	34
2.1.5 Gastrulasi	35
2.1.6 Organogenesis	38
2.2 Materi Embriologi dalam Pembelajaran Biologi di SMA/MA	41
2.3 <i>Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)</i>	45
2.4 Penerapan Kerangka Kerja <i>TPACK</i> dalam Perkuliahan Embriologi	55
2.4.1 Pemanfaatan Multimedia Interaktif (MMI)	55
2.4.2 Penggunaan <i>Learning management System</i>	57

Nia Nurdiani, 2018

**KERANGKA KERJA *TPACK* (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE)
DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI
MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

	(LMS)	
	2.4.3 <i>Blended Learning</i>	59
	2.4.4 Pengembangan Nilai-nilai Karakter	60
	2.5 Penelitian-penelitian yang Relevan	61
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Paradigma Penelitian	66
3.2	Rancangan Penelitian	68
3.3	Tempat dan Subjek Penelitian	71
3.4	Prosedur Penelitian	71
3.4.1	Tahap I Studi Pendahuluan	74
3.4.2	Tahap II Perencanaan	75
3.4.3	Tahap III Pengembangan	76
3.4.4	Tahap IV Diseminasi	83
3.5	Pengumpulan Data	83
3.6	Analisis data	86
BAB IV	TEMUAN DAN PEMBAHASAN	
4.1	Kesulitan Mahasiswa dalam Penguasaan Konsep Embriologi	88
4.2	Peran Kerangka Kerja <i>TPACK</i> dalam Meningkatkan Penalaran dan Penguasaan Konsep Embriologi	103
4.2.1	Penguasaan Konsep Embriologi	107
4.2.1.1	Perubahan Penguasaan Konsep Embriologi	108
4.2.1.2	Materi Pokok 1: Sejarah Perkembangan Gagasan Embriologi	111
4.2.1.3	Materi Pokok 2: Sistem Reproduksi 1 (Organ Reproduksi)	115
4.2.1.4	Materi Pokok 3: Sistem Reproduksi 2 (Regulasi Neurohormonal)	119
4.2.1.5	Materi Pokok 4: Gametogenesis (Spermatogenesis dan Oogenesis)	124
4.2.1.6	Materi Pokok 5: Fertilisasi	127
4.2.1.7	Materi Pokok 6: <i>Cleavage</i> dan Blastulasi	131
4.2.1.8	Materi Pokok 7: Gastrulasi	135
4.2.1.9	Materi Pokok 8: Organogenesis	140
4.2.2	Pola dan Modus Penalaran	143
4.3	Peran MMI dan <i>LMS Moodle</i> dalam <i>TPACK</i> terhadap Penguasaan Konsep Embriologi	150
4.4	Peran Kerangka Kerja <i>TPACK</i> dalam Membangun Kecerdasan Tilikan Ruang (Visuospatial)	156

4.5 Peran Kerangka Kerja <i>TPACK</i> dalam Membangun Karakter	159
4.5.1 Kedisiplinan	161
4.5.2 Kemandirian Belajar	162
4.5.3 Antusiasme dalam Belajar	164
4.5.4 Komunikatif dalam Diskusi	165
4.6 Kesan Mahasiswa terhadap Pembelajaran Embriologi dengan Pendekatan Kerangka Kerja <i>TPACK</i>	168
4.7 Keterbatasan Penelitian	172
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	
5.1 Simpulan	175
5.2 Implikasi	178
5.3 Rekomendasi	179
DAFTAR PUSTAKA	180
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	186
Lampiran-lampiran	189

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kompetensi Dasar terkait pembelajaran konten materi Embriologi di Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Madrasah Aliyah (MA)	41
Tabel 2.2 Penelitian-penelitian terkait pembelajaran Embriologi	63
Tabel 3.1 Rekapitulasi Validasi Instrumen Penguasaan Konsep Embriologi	81
Tabel 3.2 Sistematika pengumpulan data penelitian	84
Tabel 3.3 Interpretasi <i>Gain</i> Ternormalisasi (<i>N-Gain</i>) menurut Hake (1999) dalam Sundayana (2016)	86
Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Respon Mahasiswa Calon Guru Biologi terhadap Perkuliahan Embriologi Sebelum Intervensi Perlakuan Penelitian	90
Tabel 4.2 Rekapitulasi Data Respons Mahasiswa Calon Guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan mahasiswa, serta kebutuhannya akan metode dan jenis media pembelajaran dalam perkuliahan Embriologi	93
Tabel 4.3 Rekapitulasi Analisis Signifikansi Perubahan Penguasaan Konsep Embriologi pada setiap Materi Pokok di Masing-masing Kelas	109
Tabel 4.4 Rekapitulasi perubahan jumlah mahasiswa dalam masing-masing kategori tingkat penguasaan konsep materi pokok Sejarah Perkembangan Gagasan Embriologi melalui pembelajaran dengan <i>TPACK</i>	113
Tabel 4.5 Rekapitulasi perubahan jumlah mahasiswa dalam masing-masing kategori tingkat penguasaan konsep materi pokok Organ Reproduksi melalui pembelajaran dengan kerangka kerja <i>TPACK</i>	117

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA *TPACK* (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tabel 4.6	Rekapitulasi perubahan jumlah mahasiswa dalam masing-masing kategori tingkat penguasaan konsep materi pokok Regulasi Neurohormonal melalui pembelajaran dengan kerangka kerja <i>TPACK</i>	122
Tabel 4.7	Rekapitulasi perubahan jumlah mahasiswa dalam masing-masing kategori tingkat penguasaan konsep materi pokok Gametogenesis melalui pembelajaran dengan kerangka kerja <i>TPACK</i>	126
Tabel 4.8	Rekapitulasi perubahan jumlah mahasiswa dalam masing-masing kategori tingkat penguasaan konsep materi pokok Fertilisasi melalui pembelajaran dengan kerangka kerja <i>TPACK</i>	130
Tabel 4.9	Rekapitulasi perubahan jumlah mahasiswa dalam masing-masing kategori tingkat penguasaan konsep materi pokok <i>Cleavage</i> dan Blastulasi melalui pembelajaran dengan kerangka kerja <i>TPACK</i>	134
Tabel 4.10	Rekapitulasi perubahan jumlah mahasiswa dalam masing-masing kategori tingkat penguasaan konsep materi pokok Gastrulasi melalui pembelajaran dengan kerangka kerja <i>TPACK</i>	138
Tabel 4.11	Rekapitulasi perubahan jumlah mahasiswa dalam masing-masing kategori tingkat penguasaan konsep materi pokok Gastrulasi melalui pembelajaran dengan kerangka kerja <i>TPACK</i>	142
Tabel 4.12	Perubahan jumlah mahasiswa subjek penelitian pada kategori tingkat penalaran berdasarkan skor <i>ToLT</i>	145
Tabel 4.13	Perubahan jumlah mahasiswa subjek penelitian pada modus pola penalaran berdasarkan jawaban benar pada butir soal <i>ToLT</i>	148
Tabel 4.14	Pengulangan ulasan (reviu) bahan ajar yang telah dipelajari melalui MMI sebelum pelaksanaan tugas-tugas terstruktur di masing-masing kelas percobaan	151
Tabel 4.15	Rekapitulasi hasil analisis statistik inferensial dengan uji Mann-Whitney U terhadap perbandingan peningkatan penguasaan konsep Embriologi antar kelas pada masing-masing pokok bahasan	152

Tabel 4.16	Rekapitulasi skor rata-rata penilaian produk model embriogenesis hewan berbahan <i>styrofoam</i> dalam bentuk bola-bola dan lempengan	157
Tabel 4.17	Rekapitulasi hasil assesmen nilai karakter kedisiplinan yang dibangun selama pembelajaran Embriologi dengan pendekatan <i>TPACK</i>	162
Tabel 4.18	Rekapitulasi hasil assesmen nilai karakter kemandirian belajar yang dibangun selama pembelajaran Embriologi dengan pendekatan <i>TPACK</i>	163
Tabel 4.19	Rekapitulasi hasil assesmen nilai karakter antusiasme belajar yang dibangun selama pembelajaran Embriologi dengan pendekatan <i>TPACK</i>	164
Tabel 4.20	Rekapitulasi hasil assesmen nilai karakter komunikatif dalam diskusi yang dibangun selama pembelajaran Embriologi dengan pendekatan <i>TPACK</i>	166
Tabel 4.21	Rekapitulasi keseluruhan skor rata-rata nilai-nilai karakter yang dibangun selama pembelajaran Embriologi dengan pendekatan <i>TPACK</i>	166
Tabel 4.22	Rekapitulasi hasil analisis statistik inferensial terhadap perbandingan skor rata-rata nilai-nilai karakter antar kelas percobaan yang dibangun selama pembelajaran Embriologi dengan pendekatan <i>TPACK</i>	167
Tabel 4.23	Respon mahasiswa calon guru biologi terhadap perkuliahan Embriologi dengan pendekatan <i>Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)</i>	169

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Bagan Struktur Organisasi Penulisan Disertasi	13
Gambar 2.1 Bagan Konsep untuk Konsep-konsep Dasar Embriologi	15
Gambar 2.2 Kerangka <i>Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)</i> yang digagas Koehler & Mishra (2006)	46
Gambar 3.1 Skema Paradigma Penelitian	67
Gambar 3.2 Skema Langkah-langkah Penelitian	73
Gambar 3.3 Skema skenario pembelajaran dalam perkuliahan Embriologi	82
Gambar 3.4 Skema denah pengaturan kelas	83
Gambar 4.1 Grafik persentase respon mahasiswa calon guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan pemahaman materi pokok Sejarah dan Konsep Dasar Embriologi	95
Gambar 4.2 Grafik persentase respon mahasiswa calon guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan pemahaman materi pokok Sistem Reproduksi dan Gametogenesis	96
Gambar 4.3 Grafik persentase respon mahasiswa calon guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan pemahaman materi pokok Ovulasi dan Fertilisasi	97
Gambar 4.4 Grafik persentase respon mahasiswa calon guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan pemahaman materi	98

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

pokok Pembelahan Zigot (*Cleavage*)

Gambar 4.5	Grafik persentase respon mahasiswa calon guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan pemahaman materi pokok Gastrulasi	99
Gambar 4.6	Grafik persentase respon mahasiswa calon guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan pemahaman materi pokok Organogenesis	100
Gambar 4.7	Grafik persentase respon mahasiswa calon guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan pemahaman materi pokok Membran Ekstraembrional	101
Gambar 4.8	Grafik persentase respon mahasiswa calon guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan pemahaman materi pokok Teknologi dalam Embriologi	101
Gambar 4.9	Grafik persentase respon mahasiswa calon guru Biologi mengenai tingkat kemudahan/kesulitan pemahaman materi pokok Rencana Pelaksanaan Pembelajaran di SMA/MA	102
Gambar 4.10	Implementasi Kerangka kerja <i>Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)</i> dalam pembelajaran Embriologi	105
Gambar 4.11	<i>Capture</i> salah satu tampilan MMI materi pokok dalam Embriologi pada situs web bio.elearning.unpas.ac.id	106
Gambar 4.12	Perbandingan skor rata-rata <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> pada setiap materi pokok di masing-masing kelas A, B dan C	110
Gambar 4.13	Grafik perubahan persentase jumlah mahasiswa pada tiap kategori penguasaan konsep Embriologi pada materi pokok Sejarah Perkembangan Gagasan Embriologi melalui pembelajaran dengan <i>TPACK</i>	114
Gambar 4.14	Grafik perubahan persentase jumlah mahasiswa pada tiap kategori penguasaan konsep Embriologi pada materi pokok Organ Reproduksi melalui pembelajaran dengan <i>TPACK</i>	116
Gambar 4.15	Grafik perubahan persentase jumlah mahasiswa pada tiap kategori penguasaan konsep Embriologi pada materi pokok Regulasi Neurohormonal melalui pembelajaran dengan <i>TPACK</i>	123
Gambar 4.16	Grafik perubahan persentase jumlah mahasiswa pada tiap kategori penguasaan konsep Embriologi pada materi Gametogenesis melalui pembelajaran dengan <i>TPACK</i>	127

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 4.17	Grafik perubahan persentase jumlah mahasiswa pada tiap kategori penguasaan konsep Embriologi pada materi pokok Fertilisasi melalui pembelajaran dengan <i>TPACK</i>	131
Gambar 4.18	Grafik perubahan persentase jumlah mahasiswa pada tiap kategori penguasaan konsep Embriologi pada materi pokok <i>Cleavage</i> dan Blastulasi melalui pembelajaran dengan <i>TPACK</i>	135
Gambar 4.19	Grafik perubahan persentase jumlah mahasiswa pada tiap kategori penguasaan konsep Embriologi pada materi pokok Gastrulasi melalui pembelajaran dengan <i>TPACK</i>	139
Gambar 4.20	Grafik perubahan persentase jumlah mahasiswa pada tiap kategori penguasaan konsep Embriologi pada materi pokok Organogenesis melalui pembelajaran dengan <i>TPACK</i>	143
Gambar 4.21	Peta pergeseran pola penalaran mahasiswa: a. di kelas A, b. di kelas B dan c. di kelas C, setelah pembelajaran Embriologi dengan penerapan pendekatan kerangka kerja <i>TPACK</i>	147

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Rencana Pembelajaran Semester matakuliah Embriologi	190
Lampiran 2 Instrumen Penelitian	
2.1 Angket Respon dan Analisis Kebutuhan Mahasiswa	205
2.2 Kisi-kisi Soal Tes Penguasaan Konsep Embriologi	207
2.3 Hasil Uji Butir Soal pada Instrumen Penilaian Penguasaan Konsep Embriologi	212
2.4 Instrumen <i>Test of Logical Thinking (ToLT)</i>	221
2.5 Instrumen Penilaian Produk Model Embriogenesis	228
2.6 Lembar Pengamatan Ranah Sikap dan Rubrik	230
2.7 Lembar Pengamatan Ranah Keterampilan dan Rubrik	232
2.8 Kuesioner Respon Mahasiswa terhadap Pembelajaran Embriologi dengan Kerangka Kerja <i>TPACK</i>	240
Lampiran 3 Rekapitulasi Data Original Penguasaan Konsep Embriologi	
3.1 Data Skor serta Kategori <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> : Materi Pokok 1 Sejarah Perkembangan Gagasan Embriologi	242
3.2 Data Skor serta Kategori <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> : Materi Pokok 2 Sistem Reproduksi Bagian 1 (Organ Reproduksi)	243

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA *TPACK* (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.3	Data Skor serta Kategori <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> : Materi Pokok 3 Sistem Reproduksi Bagian 2 (Regulasi Neurohormonal)	244
3.4	Data Skor serta Kategori <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> : Materi Pokok 4 Gametogenesis	245
3.5	Data Skor serta Kategori <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> : Materi Pokok 5 Fertilisasi	246
3.6	Data Skor serta Kategori <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> : Materi Pokok 6 <i>Cleavage</i> dan Blastulasi	247
3.7	Data Skor serta Kategori <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> : Materi Pokok 7 Gastrulasi	248
3.8	Data Skor serta Kategori <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> : Materi Pokok 8 Organogenesis	249
Lampiran 4	Data Hasil <i>Test of Logical Thinking (ToLT)</i>	
4.1	Hasil ToLT 1, 2 dan 3 kelas A	251
4.2	Hasil ToLT 1, 2 dan 3 kelas B	257
4.3	Hasil ToLT 1, 2 dan 3 kelas C	263
4.4	Rekapitulasi Tingkat Kemampuan Penalaran Mahasiswa Subjek Penelitian Berdasarkan Skor <i>ToLT</i>	269
4.5	Modus Pola Penalaran Mahasiswa Subjek Penelitian Berdasarkan Jawaban Benar Pada Butir Soal <i>ToLT</i>	270
Lampiran 5	Data Penilaian Visuospasial	
5.1	Data Penilaian Model Embrio	272
5.2	Rekapitulasi Analisis	278
Lampiran 6	Data Penilaian Karakter	
6.1	Data Nilai Karakter	280
6.2	Rekapitulasi Data Nilai Karakter	292

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, I. (2011). *Practical Work in econdary Science: a Mind-on Approach*. London. New York: Continuum International Publishing Group.
- Alberts, B.; A. Johnson, J. Lewis, D. Morgan, M. Raff, K. Robert, P. Walter. (2014). *Molecular Biology of the Cell*. 6th Ed. Abington, UK: Garland Science, Taylor & Francis Group.
- Al-Neklawy, A. F. (2017). Online Embryology teaching using learning management systems appears to be a successful additional learning tool among Egyptian medical students. *Annals of Anatomy*, 214: 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2017.07.001>
- Anderson, L. W. and Karthwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing, A Revision of Bloom's taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Angeli, C., N. Valanides. (2009). Epistemological And Methodological Issues For The Conceptualization, Development, and Assessment of ICT–TPCK: Advances In Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). *Comput. Educ.* 52:154–168
- Anwar, Y.; N.Y. Rustaman; A.Widodo; S. Redjeki. (2013). Measuring Preservice Pedgogical Content Knowledge in Cosecutive Program. *Proceeding of International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education: Section Biology and Biology Education*. Bandung, Indonesia: Faculty of Mathematics and Science Education, Indonesia University of Education.
- Arch, R. (2010). 21st Century Skills for Students and Teachers, 1–25. Honolulu: Kamehameha Schools, Research & Evaluation Division.
- Arikunto, S. (2015). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Ed. 2. Jakarta: Bumi Aksara.
- Baya'a, N., & Daher, W. (2015). The Development of College Instructors' Technological Pedagogical and Content Knowledge. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174: 1166–1175. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.733>
- Cavus, N., & Alhih, M. S. (2014). Learning Management Systems Use in Science Educa-tion. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143: 517–520. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.429>
- Cavus, N., & Zabadi, T. (2014). A Comparison of Open Source Learning Management Systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143:

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

521–526. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.430>

Darmanawan, D. (2012). *Teknologi Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Edmunds, S. (2010). *Teaching Embryology to Undergraduate*.
<http://thenode.biologists.com/teaching-embryology-to-undergraduates/>

Faulkner, J., & Latham, G. (2016). Adventurous lives: Teacher Qualities for 21st Century Learners. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(4): 137–150. <https://doi.org/10.14221/ajte.2016v41n4.9>

Gall, M.D., J. P. Gall, W.R. Borg. (2003). *Educational Research: An Introduction*. 7th Ed. Boston: Pearson Education, Inc.

Gilbert, S. F. (2008). All I Really Needed to Know I Learned during Gastrulation. *CBE-Live Science Education*. 7: 10-16.

Gilbert, S. F. (2010). *Developmental Biology*. Ninth Ed. Sunderland, Massachusetts, USA: Sinauer Associates, Inc.

Hardin, J. (2008). The Missing Dimension in Developmental Biology Education. *CBE-Live Science Education*. 7: 10-16.
<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/131930136/Pengembangan%20Media%20Pembelajaran%20Berbasis%20ICT.pdf>

Ifinedo, P., Pyke, J., & Anwar, A. (2017). Business Undergraduates' perceived Use Outcomes of Moodle in a Blended Learning Environment: The roles of usability factors and external support. *Telematics and Informatics*. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.10.001>

Iijima, T. (2008). From Simple to Complex: An Incremental Approach to Help Teach Students the Complex Anatomy of Midgut Rotation in the Human Embryo Using Animation and an Interactive Website.
http://www.bmc.med.utoronto.ca/bmcwiki/lib/exe/fetch.php/takami:mrpproposal_draft2.pdf

Jang, Syh-Jong & Kuan-Chung Chen. (2010). From PCK to TAPCK: Developing a Transformative Model for PreService Science Teacher. *J. of Sci. Educ. Tech.*, 19.

Jen, T. H., Yeh, Y. F., Hsu, Y. S., Wu, H. K., & Chen, K. M. (2016). Science teachers' TPACK-Practical: Standard-setting using an evidence-based approach. *Computers and Education*, 95, 45–62.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.009>

Kemendikbud. (2016). *Silabus Mata Pelajaran Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA): Mata Pelajaran Biologi*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia.

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Koehler, M. J., & P. Mishra (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher*, 9(1): 60-70
- Koehler, M. J., P. Mishra, & W. Cain (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3): 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009>
- Lindgren, R., D. L. Schwartz. (2009). Spatial Learning and Computer Simulations in Science. *International Journal of Science Education*, 31(3): 419-438. <http://www.informaworld.com/terms-and-conditions-of-access.pdf>.
- Listyarti, R.. (2012). *Pendidikan Karakter dalam Metode Aktif, Inovatif, & Kreatif*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Loughran, J., A. Berry and P. Mulhall. (2006). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam, The Netherland: Sense Publisher.
- Mathewson, J. H. (1999). Visual-spatial Thinking: An Aspect of Science Overlooked by Educator. *Science Education* 83: 33-55.
- Messina, L. & S. Tabone. (2012). Integrating Technology into Instructional Practice Focusing on Teacher Knowledge. *Procedia – Sosial and Behavioral Science*, 46: 1015 - 1027
- Mishra, P. & M. J. Koehler. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mizuta, S., K. Kakusho, Y. Minekura, M. Minoh, T. Nakatsu, K. Shiota. (2002). Construction and Application of 3D Model Sequence to Illustrate the Development of Human Embryo. *Proc. SPIE*, 4681: 732-741.
- Moraes, S. G., & L. A. V. Pereira. (2010). A Multimedia Approach for Teaching Human Embryology: Development And Evaluation Of A Methodology. *Annals of Anatomy*, 192(6): 388–395. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2010.05.005>
- Mouza, C., R. Karchmer-Klein, R. Nandakumar, S. Yilmaz Ozden, & L. Hu. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 71: 206–221. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.020>

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Mulhall, P., A. Berry and J. Loughran. (2003). *Framework for Representing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, **4**, Issue 2, Article 2.
- Munir. (2015). *Multimedia Konsep dan Aplikasi dalam Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Nalbandov, A. V. (1990). *Fisiologi Reproduksi pada Mamalia dan Unggas*. (Terj. Sunaryo Keman: *Reproductive Physiology of Mammals and Birds*). Jakarta: UI-Press.
- Niess, M.L. (2015). Transforming Teachers' Knowledge: Learning Trajectories for Advancing Teacher Education for Teaching with Technology. In Angeli, C. and N. Valanides (Eds.). *Technological Pedagogical Content Knowledge Exploring, Developing, and Assessing TPACK*. (pp. 19 – 37). New York: Springer Science+Business Media.
- Nuh, M. (2016). *Desain Induk Pendidikan Karakter Kementerian Pendidikan Nasional*. Tersedia: ebookinga.com/pdf/desain-induk-pendidikan-karakterkementrian-325347569.html. Diakses: 30 Juni 2016
- Nurdiani, N. (2012). *Kemampuan Awal Berpikir Logis Mahasiswa Calon Guru Biologi Peserta Kuliah Embriologi*. Laporan Penelitian Internal. Bandung: Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Unpas. Tidak diterbitkan.
- Nurdiani, N. (2015). *Upaya Mempermudah Perubahan Konsepsi Calon Guru Biologi Pada Mata Kuliah Embriologi Melalui Pengembangan Media Pembelajaran Berbahan Clay*. Laporan Penelitian Internal. Bandung: Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Unpas. Tidak diterbitkan.
- Okaz, A. A. (2015). Integrating Blended Learning in Higher Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **186**: 600–603. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.086>
- Olofson, M. W., M. J. C. Swallow, & M. D. Neumann. (2016). *TPACKing: A constructivist framing of TPACK to analyze teachers' construction of knowledge*. *Computers and Education*, **95**. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.010>
- Papanikolaou, K., E. Gouli, & K. Makri. (2014). Designing Pre-service Teacher Training based on a Combination of TPACK and Communities of Inquiry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **116**: 3437–3442. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.779>
- Pratiwi, D. A., S. M. Suharno, Bambang S. (2017a). *Biologi: untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Pratiwi, D. A., S. M. Suharno, Bambang S. (2017b). *Biologi: untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Priyambodo, E.; A. Wiyarsi; dan Rr. L. Permana Sari. (2012). Pengaruh Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Web Terhadap Motivasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Kependidikan*, 42(2): 9 – 109.
<https://journal.uny.ac.id/index.php/jk/article/view/2236>.

Reece, J. B., L. A. Urry, M. L. Cain, S. A. Wasserman, P. V. Minorsky, R. B. Jackson. (2014). *Campbell Biology*. Tenth Ed. USA: Pearson Education, Inc.

Reyes, V. C., C. Reading, H. Doyle, & S. Gregory. (2017). Integrating ICT into Teacher Education Programs from a TPACK Perspective: Exploring Perceptions of University Lecturers. *Computers and Education*, 115: 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.009>

Rohen, J. W. (2008). *Embriologi Fungsional (Funktionelle Embriologie*, Terj.: Harjadi Widjaja) Ed. 2. Jakkarta: EGC.

Rusman, D.K., Cepi R. (2011). *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi: Mengembangkan Profesionalitas Guru*. Ed. 1. Jakarta: Rajawali Pers.

Rustaman, N. Y., A. Widodo. (2001). Konsepsi Calon Guru Biologi Tentang IPA, Belajar, dan Mengajar. *Jurnal Pengajaran MIPA UPI*, 2 (1): 27-40

Rustaman, N. Y. (2010). Pengembangan Pembelajaran Sains Berbsis Kemampuan Dasar Bekerja Ilmiah. *Dalam* Hidayat, T., I. Kaniawati, I. R. Suwarna, A. Setiabudi, Suhendra (Ed.). *Teori, Paradigma, Prinsip, dan Pendekatan Pembelajaran MIPA dalam Konteks Indonesia*. (hlm. 211–247). Bandung: FMIPA UPI.

Sadler, T.W. (2015). *Langman's Medical Embryology*. Thirteenth Ed. Philadelphia: Walters Kluwer Health.

Sahid. (2012). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis ICT. Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY.
<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/131930136/Pengembangan%20Media%20Pembelajaran%20Berbasis%20ICT.pdf> (diakses 10-10-2012).

Scanlan, C. L. (2012). Instructional Media: Selection and Use. Tersedia:
http://www.umdj.edu/idsweb/idst5330/instructional_media.htm
(diakses 10-10-2012).

Schmidt, D. A., E. Baran, A.D. Thompson, M. J. Koehler, T. S. Shin, & P.

Nia Nurdiani, 2018

KERANGKA KERJA TPACK (TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE) DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN PENGUASAAN KONSEP EMBRIOLOGI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Mishra. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2): 123–149. <https://doi.org/10.1007/978-1-60761-303-9>
- Setiawan, W. (2010). Sebuah Upaya Meningkatkan Kualitas Pembelajaran IPA melalui Pemanfaatan Multimedia. Dalam Hidayat, T., I. Kaniawati, I. R. Suwarna, A. Setiabudi, Suhendra (Ed.). *Teori, Paradigma, Prinsip, dan Pendekatan Pembelajaran MIPA dalam Konteks Indonesia*. (hlm. 311–332). Bandung: FMIPA UPI.
- Shankar, N., & R. Roopa. (2009). Evaluation of a Modified Team Based Learning Method for Teaching General Embryology to 1st Year Medical Graduate Students. *Indian Journal of Medical Sciences*, 63(1): 4–12. <https://doi.org/10.4103/0019-5359.49076>
- Sundayana, R. (2016). *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Valanides, N. C. (1996). Formal Reasoning and Science Teaching. *School Science and Mathematics, Academic Research Library*, 96(2). 99–107.
- Wolpert, L., R. Beddington, T. Jessell, P. Lawrence, E. Meyerowitz, J. Smith. (2002). *Principles of Development*. 2nd Ed. Oxford Univ Press.
- Yamada, S., C. Uwabe, T. Nakatsu-Komatsu, Y. Minekura, M. Iwakura, T. Motoki, K. Nishimiya, M. Iiyama, K. Kakusho, M. Minoh, S. Mizuta, T. Matsuda. Y. Matsuda. T. Haishi, K. Kose, S. Fujii, K. Shiota. (2006). Graphic and Movie Illustrations of Human Prenatal Development and Their Application to Embryological Education Based on the Human Embryo Specimens in the Kyoto Collection. *Developmental Dynamic*, 235: 468–477 www.bmc.med.utoronto.ca/.../takami:mrppro...
- Yeh, Y. F., Hsu, Y. S., Wu, H. K., & Chien, S. P. (2017). Exploring the structure of TPACK with video-embedded and discipline-focused assessments. *Computers and Education*, 104, 49–64. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.10.006>